

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 29 953 A 1

21 Aktenzeichen: 100 29 953.9  
22 Anmeldetag: 26. 6. 2000  
43 Offenlegungstag: 17. 1. 2002

51 Int. Cl. 7:  
B 23 B 31/08  
B 23 B 29/00  
B 23 Q 17/09  
B 23 Q 17/24  
G 01 B 7/14  
G 08 C 23/04

DE 100 29 953 A 1

71 Anmelder:  
MAPAL Fabrik für Präzisionswerkzeuge Dr. Kress  
KG, 73431 Aalen, DE  
  
74 Vertreter:  
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45128 Essen

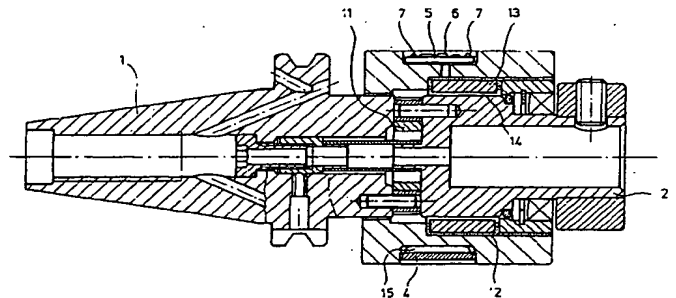
72 Erfinder:  
Wellach, Adolf, 48712 Gescher, DE; Kress, Dieter,  
Dr., 73430 Aalen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Werkzeughalter für Werkzeugmaschinen

57 Der Werkzeughalter weist einen maschinenseitigen Halterteil (1) und einen werkzeugseitigen Halterteil (2) auf, die mit radialem Spiel (14) drehfest miteinander verbunden sind. Die Halterteile (1, 2) definieren zwischen sich einen Ringraum (12), der einen ringförmigen Sensor (13) enthält. Dieser ist am maschinenseitigen Halterteil (1) befestigt und erfaßt das radiale Spiel relativ zum werkzeugseitigen Halterteil (2). Das vom Sensor (13) abgegebene Signal repräsentiert den während des Betriebs auftretenden Versatz.



DE 100 29 953 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Werkzeughalter für Werkzeugmaschinen mit einem maschinenseitigen und einem werkzeugseitigen Halterteil, die mit radialem Spiel drehfest miteinander verbunden sind.

[0002] Derartige Werkzeughalter werden dort eingesetzt, wo bereits vorhandene Bohrungen oder ähnliche Bearbeitungsflächen mit hoher Genauigkeit weiter bearbeitet werden müssen. Sie dienen vor allem zur Aufnahme von Reibahlen, aber auch zur Aufnahme von Gewindeschneidwerkzeugen. Das radiale Spiel zwischen den Halterteilen ermöglicht in begrenztem Maße die Kompensation eines Versatzes zwischen der Bohrung und der Werkzeugmaschine. Eine Kompensation eines Winkelversatzes kann ebenfalls vorgesehen sein.

[0003] Wesentliche Anwendungsgebiete für solche Werkzeughalter in Verbindung mit Werkzeugmaschinen finden sich u. a. bei Herstellern und Lieferanten in der Automobil- und Flugzeugindustrie. Kennzeichnend für diese Industrien sind hohe Fertigungsgeschwindigkeiten, hohe Qualitätsanforderungen, hohe Maschinenauslastung, ein sehr starker Kostendruck sowie sehr teure Rüst- und Stillstandszeiten.

[0004] Bei bisherigen Werkzeugmaschinen kann der Verschleiß an den Werkzeugen und den Maschinen nur durch Messungen bei stillstehenden Anlagen bzw. nur indirekt an abgespannten Bauteilen vorgenommen werden. Dies führt entweder zum Stillstand der Maschinen oder zumindest zu Verzögerungen und ist außerdem aufwendig und teuer.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Werkzeughalter zu schaffen, der im laufenden Betrieb der Werkzeugmaschine die Überprüfung von Toleranzen ermöglicht.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe ist der eingangs genannte Werkzeughalter erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Halterteile zwischen sich einen Ringraum definieren, dessen radiale Begrenzungen von einem radial äußeren Abschnitt des einen Halterteils und einem radial inneren Abschnitt des anderen Halterteils gebildet werden, wobei der Ringraum mit einer Lagesensoreinrichtung versehen ist, die während des Betriebs des Werkzeughalters den Abstand zwischen den radial inneren und radial äußeren Abschnitten der Halterteile erfaßt und Signale erzeugt, die das aktuell Radialspiel zwischen den Halterteilen repräsentieren.

[0007] Es hat sich gezeigt, daß Relativmessungen des Spiels zwischen der Halterteilen äußerst zweckmäßig sind, um beispielsweise die Fertigungsqualität zu produzierender Bauteile oder den Verschleiß der Werkzeuge und Werkzeugmaschinen zu überwachen. Letzteres gilt für die den Werkzeughalter aufnehmende Maschine sowie auch für die gesamte vorgeschaltete Bearbeitungsstraße.

[0008] Der erfindungsgemäße Werkzeughalter kann dabei ohne zusätzliche Maßnahmen und Veränderungen, wie die bislang gebräuchlichen Werkzeughalter, in einer Werkzeugaufnahme aufgespannt und mit den bislang gebräuchlichen Werkzeugen verwendet werden. Der Einsatz des erfindungsgemäßen Werkzeughalters ist somit in kürzester Zeit möglich, da dieser durch einfaches Aufspannen in seinen betriebsfähigen Zustand versetzt wird.

[0009] Ferner entfallen lange Stillstandszeiten, wie sie etwa beim Einsatz von externen Meßgeräten notwendig sind. Hierdurch können in sehr kurzer Zeit Relativmessungen zwischen dem werkzeugseitigen und dem maschinenseitigen Halterteil vorgenommen werden, ohne die in der Regel sehr kostenintensiven Produktionseinrichtungen für längere Zeit ganz oder zumindest teilweise anzuhalten. Zusätzlich können mit dem erfindungsgemäßen Werkzeughal-

ter Relativmessungen vorgenommen werden, die sogar die in einer laufenden Werkzeugmaschine auftretenden dynamischen Effekte mitefassen

[0010] Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt darin, daß der erfindungsgemäße Werkzeughalter an nahezu allen Werkzeugmaschinen ohne großen Aufwand nachrüstbar ist.

[0011] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Lagesensoreinrichtung einen ringförmigen Sensor aufweist, der an einer der radialen Begrenzungen des Ringraums angeordnet ist. Dadurch kann das Spiel der Halterteile zueinander in sämtliche radiale Richtungen überwacht werden.

[0012] Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Lagesensoreinrichtung mit einem zweiten ringförmigen Sensor zu versehen, der in axialem Abstand zum ersten ringförmigen Sensor an einer der radialen Begrenzungen des Ringraums angeordnet ist. Dies ermöglicht es, neben dem radialen Versatz auch einen Winkelversatz zwischen den beiden Halterteilen zu erfassen. Die einzuhaltenden Grenzwerte für das jeweilige Spiel können dabei im Falle des Radialspiels mittels des radialen Abstands der Lagesensoreinrichtung zum gegenüberliegenden Halterteil und im Falle des Winkelspiels mittels des axialen Abstands der ringförmigen Sensoren zueinander vorgegeben werden.

[0013] Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal weist die Lagesensoreinrichtung eine Mehrzahl von singulären Sensoren auf, die im Ringraum in Umfangsrichtung angeordnet ist. Unter singulären Sensoren sind relativ kleinflächige Einzel-Sensoren zu verstehen, die jeweils einen gesonderten Meßpunkt definieren. Mit den aus der Abstandsmessung zwischen den beiden Halterteilen ermittelten Werten kann zusätzlich zur Grenzwertfassung noch die Auslenkungsrichtung bestimmt werden.

[0014] Ferner kann mittels der singulären Sensoren außer der Richtung auch der Betrag einer radialen Auslenkung berechnet werden. Hierzu genügen zwei im Ringraum an unterschiedlichen Stellen des Umfangs vorgenommene Abstandsmessungen unter Einbeziehung der bekannten Halterteilgeometrie der rotationssymmetrischen Halterteile in den entsprechenden Bereichen.

[0015] Zusätzlich über dem Umfang angeordnete singuläre Sensoren können z. B. zur Verbesserung der Messergebnisse durch statistische Fehlermittlung verwendet werden.

[0016] Vorzugsweise sind die singulären Sensoren zusätzlich in axialer Richtung verteilt angeordnet. Hierdurch können mit wenigstens drei in axialer Richtung und in Umfangsrichtung verteilt angeordneten singulären Sensoren bei wiederum bekannter Geometrie der Halterteile sowohl die Radial- als auch die Winkelauslenkung der beiden Halterteile zueinander einschließlich der Auslenkungsrichtungen bestimmt werden.

[0017] Auch hier können zusätzliche Sensoren zur Verbesserung der Meßgenauigkeit genutzt werden.

[0018] Vorteilhafterweise sind die Sensoren als Kontaktsensoren ausgebildet. Solche Kontaktsensoren zeichnen sich durch einen geringen Preis und eine große Robustheit unter normalen Einsatzbedingungen aus.

[0019] Die singulären Sensoren können bevorzugt nach dem Prinzip der kapazitiven Distanzmessung arbeiten. Diese Meßmethode ermöglicht extrem genaue Abstandsmessungen und damit auch sehr genaue Spielmessungen.

[0020] Vorteilhafterweise sind die Sensoren in demjenigen Halterteil angeordnet, das die radial äußere Begrenzung des Ringraums bildet. Im äußeren Halterteil steht aufgrund des größeren Umfangs ein größerer potentieller Bauraum zur Verfügung, und das Halterteil ist somit einfacher zu fertigen.

[0021] Ferner ist es besonders vorteilhaft, wenn die Signale eine Anzeige auf der Außenseite desjenigen Halterteils liefern, das die radial äußere Begrenzung des Ringraums bildet. Dies erleichtert es dem Bediener, die Anzeige von außen abzulesen. Bei entsprechend großen bzw. lichtstarken Anzeigen kann eine Ablesung sogar von außerhalb einer Maschinenschutzvorrichtung (Sicht- und Spritzschutz) getätigt werden.

[0022] In Weiterbildung der Erfindung kann die Anzeige über verschiedenfarbige Leuchtdioden erfolgen. Beispielsweise können eine rote und eine grüne Leuchtdiode anzeigen, ob sich der Versatz zwischen den beiden Halterteilen oberhalb oder unterhalb eines vorgegebenen Grenzwerts bewegt. Eine solche Anzeige ist besonders einfach und wirkungsvoll.

[0023] Insbesondere können die Signale zu einer externen Anzeigeeinrichtung übertragen werden. Besonders vorteilhaft ist dies bei Werkzeugmaschinen und Werkzeughaltern, die aus verschiedensten Gründen schwer einsehbar oder ablesbar sind. Solche Gründe können sein: Personenschutzvorrichtungen, Sichtschutz, Kühlwasserströme, etc.

[0024] Vorteilhafterweise kann eine solche Signalübertragung mittels einer Infrarotverbindung erfolgen. Dabei handelt es sich um eine preiswerte, leicht beherrschbare und zuverlässige Technologie.

[0025] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Lagesensoreinrichtung mittels einer im Werkzeughalter integrierten Batteriezelle mit Energie versorgt wird. Hierdurch kann auf eine andernfalls notwendige externe Stromversorgung, die beispielsweise über Schleifkontakte erfolgen könnte, verzichtet werden, und der Werkzeughalter kann als unabhängige Einheit in jeder Werkzeugmaschine eingespannt werden, ohne zuvor irgendwelche Vorbereitungen hinsichtlich der Energieversorgung treffen zu müssen.

[0026] Schließlich ist eine besonders einfache Handhabung des Werkzeughalters ferner dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum staub- und wasserdicht abgeschlossen ist. Dies schützt den Werkzeughalter und hierbei insbesondere die darin befindliche Lagesensoreinrichtung vor Staub, Spänen und Kühlmitteln, die bei Werkzeugmaschinen unvermeidbar sind.

[0027] Die Erfindung wird im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

[0028] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Werkzeughalters mit einer internen und einer externen Anzeigeeinrichtung.

[0029] Fig. 2 einen Axialschnitt durch einen erfindungsgemäßen Werkzeughalter mit einem einteiligen Sensorring.

[0030] Fig. 3 einen Axialschnitt durch einen erfindungsgemäßen Werkzeughalter mit verteilt angeordneten singulären Sensoren.

[0031] Fig. 1 zeigt einen Werkzeughalter mit einem maschinenseitigen Halterteil 1 und einem werkzeugseitigen Halterteil 2. Das maschinenseitige Halterteil 1 wird, wie bei konventionellen Werkzeughaltern, in der Werkzeugmaschine aufgespannt. Ein Werkzeug 3 ist in das werkzeugseitige Halterteil 2 eingespannt. Es können hierbei alle Werkzeuge verwendet werden, die auch sonst in derartigen Werkzeughaltern eingesetzt werden, ohne daß dadurch die Funktion des erfindungsgemäßen Werkzeughalters beeinträchtigt würde. Auf der Außenseite des maschinenseitigen Halterteils 1 ist ein Batteriefachdeckel 4 gezeigt, der eine Batteriezelle 15 (siehe Fig. 2 und 3) wasser- und staubdicht einschließt und für den notwendigen Kontakt sorgt. Ebenfalls auf der Außenseite des maschinenseitigen Halterteils 1 ist

eine Elektronikbaugruppe 5 einer Lagesensoreinrichtung zu erkennen. Die Elektronikbaugruppe 5 weist dabei eine Infrarot-Sende- bzw. Sende-Empfangseinheit 6 sowie zwei Leuchtdioden 7 zur Anzeige der aus der Elektronikbaugruppe 5 stammenden Signale auf. Außerdem ist eine externe Anzeigeeinrichtung 8 gezeigt, die zwei externe Leuchtdioden 9 zur Anzeige der aus der Elektronikbaugruppe 5 stammenden Signale vorsieht. Mit dem Bezugszeichen 10 ist eine Infrarot-Verbindung gekennzeichnet, die mono- oder bidirektional ausgelegt sein kann. Dadurch kann eine Kommunikation zwischen der externen Anzeigeeinrichtung 8 und dem Werkzeughalterteil 1, beispielsweise zum Ein- und Ausschalten erfolgen. Im Falle einer monodirektionalen IR-Verbindung werden entsprechend nur anzuzeigende Signale vom Werkzeughalter zur Anzeigeeinrichtung übertragen.

[0032] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist eine Kupplung 11 vorgesehen, die das maschinenseitige Halterteil 1 drehfest und spielbehaftet mit dem werkzeugseitigen Halterteil 2 verbindet. Zwischen den Halterteilen 1 und 2 ist ein Ringraum 12 ausgebildet, der einen ringförmigen Sensor 13 enthält. Letzterer ist in das maschinenseitige Halterteil 1 eingeklebt. Er begrenzt also gemeinsam mit dem werkzeugseitigen Halterteil 2 das radiale Spiel, das mit dem Bezugszeichen 14 angedeutet ist. Der Sensor 13 arbeitet als Kontaktsensor und ist an die Elektronikbaugruppe 5 angeschlossen. In Abwandlung der Ausführungsform nach Fig. 2 kann der ringförmige Sensor 13 mit einem weiteren ringförmigen Sensor kombiniert sein, der in axialem Abstand zum Sensor 13 angeordnet ist. Dadurch besteht die Möglichkeit, auch einen Winkelversatz zwischen den beiden Halterteilen zu erfassen. Voraussetzung ist, daß die Kupplung 11 einen derartigen Winkelversatz zuläßt.

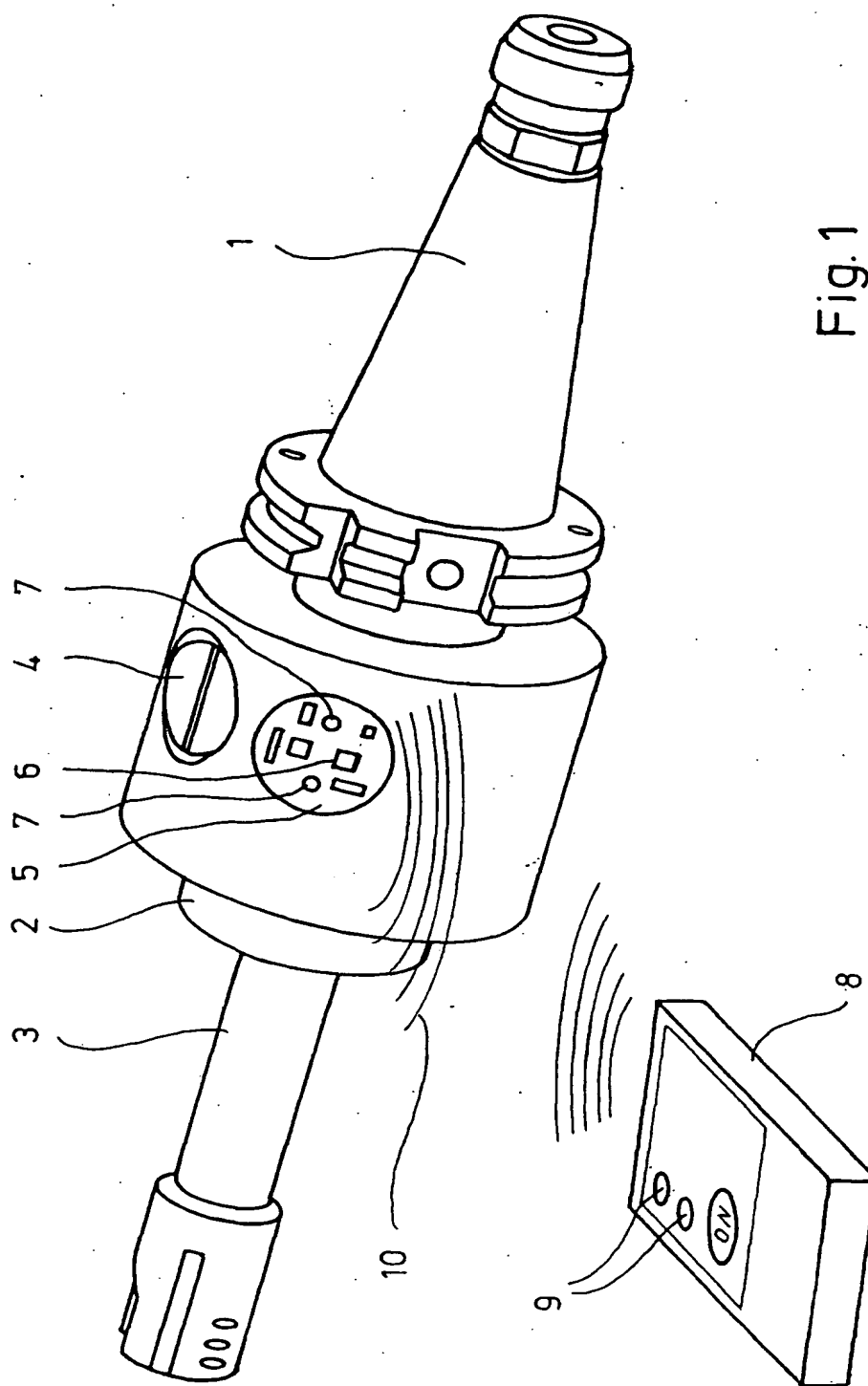
[0033] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei der der werkzeugseitige Halterteil 2 einen gewissen Winkelversatz zwischen der Maschinenspindel und der zu bearbeitenden Bohrung kompensieren kann, und zwar über eine Zwischenscheibe 17, die das maschinenseitige Widerlager für die Kupplung 11 bildet und sich über eine ballige Auflage am maschinenseitigen Halterteil abstützt. Im übrigen unterscheidet sich die Ausführungsform nach Fig. 3 von der nach Fig. 2 im wesentlichen dadurch, daß der ringförmige Sensor 13 durch eine Mehrzahl von singulären Sensoren 16 ersetzt ist. Diese sind, wie aus Fig. 3 ersichtlich, sowohl in axialer als auch in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt. Damit kann also das Spiel zwischen den beiden Halterteilen 1 und 2 an mehreren Stellen, im vorliegenden Fall an drei Stellen, gemessen werden. Da die Geometrien der beiden Halterteile im Bereich des Ringraums 12 bekannt sind, reichen diese Informationen aus, um den radialen und den Winkelversatz zwischen den Halterteilen zu berechnen und ein entsprechendes Signal abzugeben. Der Versatz läßt sich nach Größe und Richtung bestimmen.

[0034] Im Rahmen der Erfindung sind durchaus weitere Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. So können beispielsweise Messungen, die auf das Radialspiel beschränkt sind, bei bekannten Ringraumgeometrien mit nur zwei ringförmig im Ringraum 13 angeordneten singulären Sensoren durchgeführt werden. Auch kann bei Verwendung von Wegmeßverfahren die Anzeige der Meßwerte beispielsweise in Form von Winkelgraden und Längenangaben auf einer alphanumerischen Anzeige erfolgen. Desweiteren können neben der kapazitiven Wegmessungen andere bekannte Meßmethoden, wie die der induktiven Wegmessung, der Wegmessung auf Wirbelstrombasis oder der Laserwegmessung verwendet werden, um nur einige Beispiele zu nennen.

## Patentansprüche

1. Werkzeughalter für Werkzeugmaschinen, mit einem maschinenseitigen und einem werkzeugseitigen Halterteil (1, 2), die mit radialem Spiel (14) drehfest miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterteile (1, 2) zwischen sich einen Ringraum (12) definieren, dessen radiale Begrenzungen von einem radial äußeren Abschnitt des einen Halterteils und einem radial inneren Abschnitt des anderen Halterteils gebildet werden, wobei der Ringraum (12) mit einer Lagesensoreinrichtung versehen ist, die während des Betriebs des Werkzeughalters den Abstand zwischen den radial inneren und äußeren Abschnitten der Halterteile erfaßt und Signale erzeugt, die das aktuelle radiale Spiel (14) zwischen den Halterteilen (1, 2) repräsentieren. 5
2. Werkzeughalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagesensoreinrichtung einen ringförmigen Sensor (13) aufweist, der an einer der radialen Begrenzungen des Ringraums (12) angeordnet ist. 10
3. Werkzeughalter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagesensoreinrichtung einen zweiten ringförmigen Sensor aufweist, der in axialem Abstand zum ersten ringförmigen Sensor (13) an einer der radialen Begrenzungen des Ringraums (12) angeordnet ist. 15
4. Werkzeughalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagesensoreinrichtung eine Mehrzahl von singulären Sensoren (16) aufweist, die in Umfangsrichtung verteilt im Ringraum (12) angeordnet ist. 20
5. Werkzeughalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die singulären Sensoren (16) außerdem in axialer Richtung verteilt angeordnet sind. 25
6. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (13, 16) als Kontaktsensoren ausgebildet sind. 30
7. Werkzeughalter nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die singulären Sensoren (16) nach dem Prinzip der kapazitiven Distanzmessung arbeitet. 35
8. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (13, 16) in demjenigen Halterteil angeordnet sind, das die radial äußere Begrenzung des Ringraums (12) bildet. 40
9. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale eine Anzeige auf der Außenseite desjenigen Halterteils liefern, das die radial äußere Begrenzung des Ringraums (12) bildet. 45
10. Werkzeughalter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeige über verschiedenfarbige Leuchtdioden (7, 9) erfolgt. 50
11. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale zu einer externen Anzeigeeinrichtung (8) übertragen werden. 55
12. Werkzeughalter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalübertragung mittels einer Infrarotverbindung (10) erfolgt. 60
13. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagesensoreinrichtung mittels einer im Werkzeughalter integrierten Batteriezelle (15) mit Energie versorgt wird. 65
14. Werkzeughalter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringraum (12) staub- und wasserdicht abgeschlossen ist.

- Leerseite -



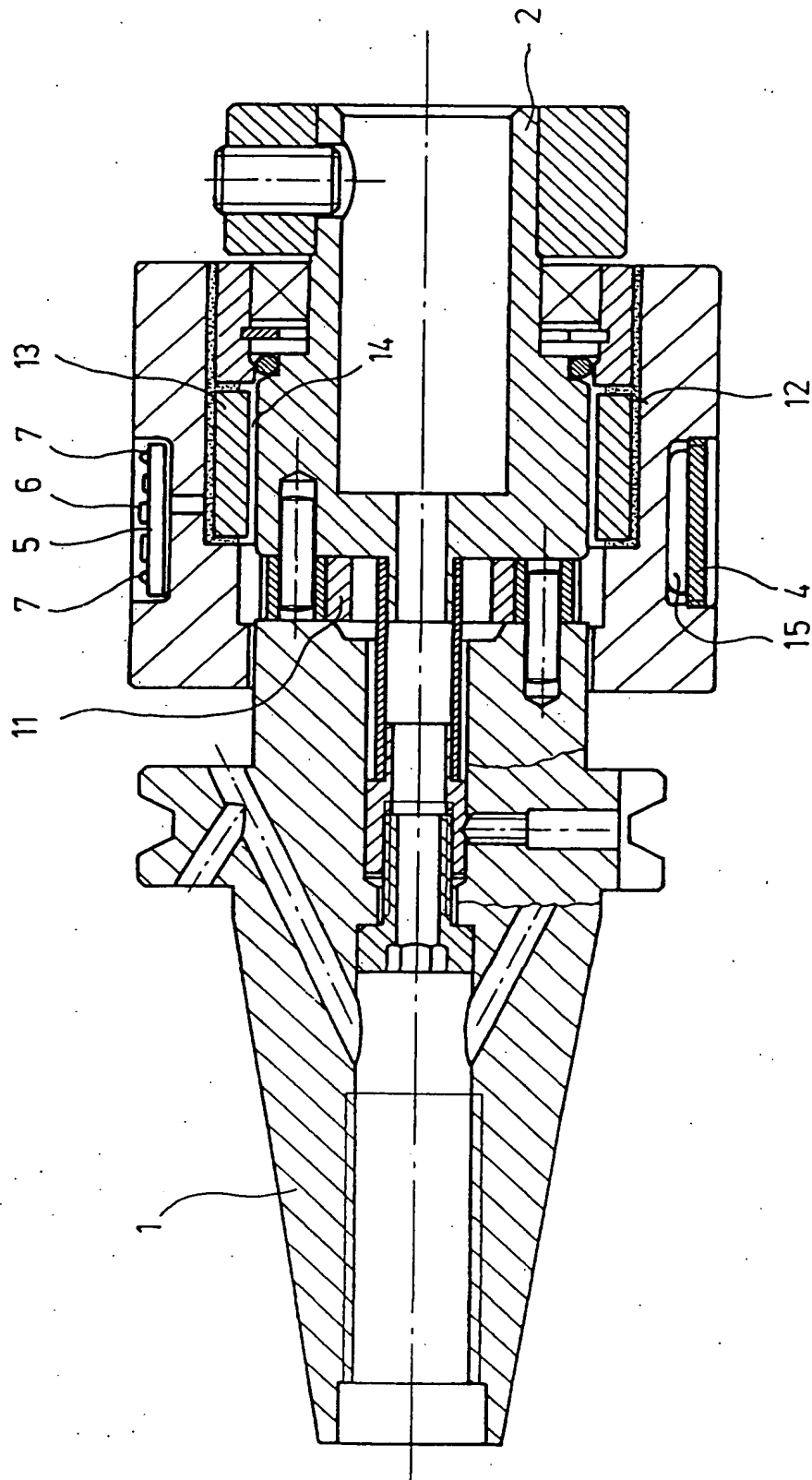


Fig. 2

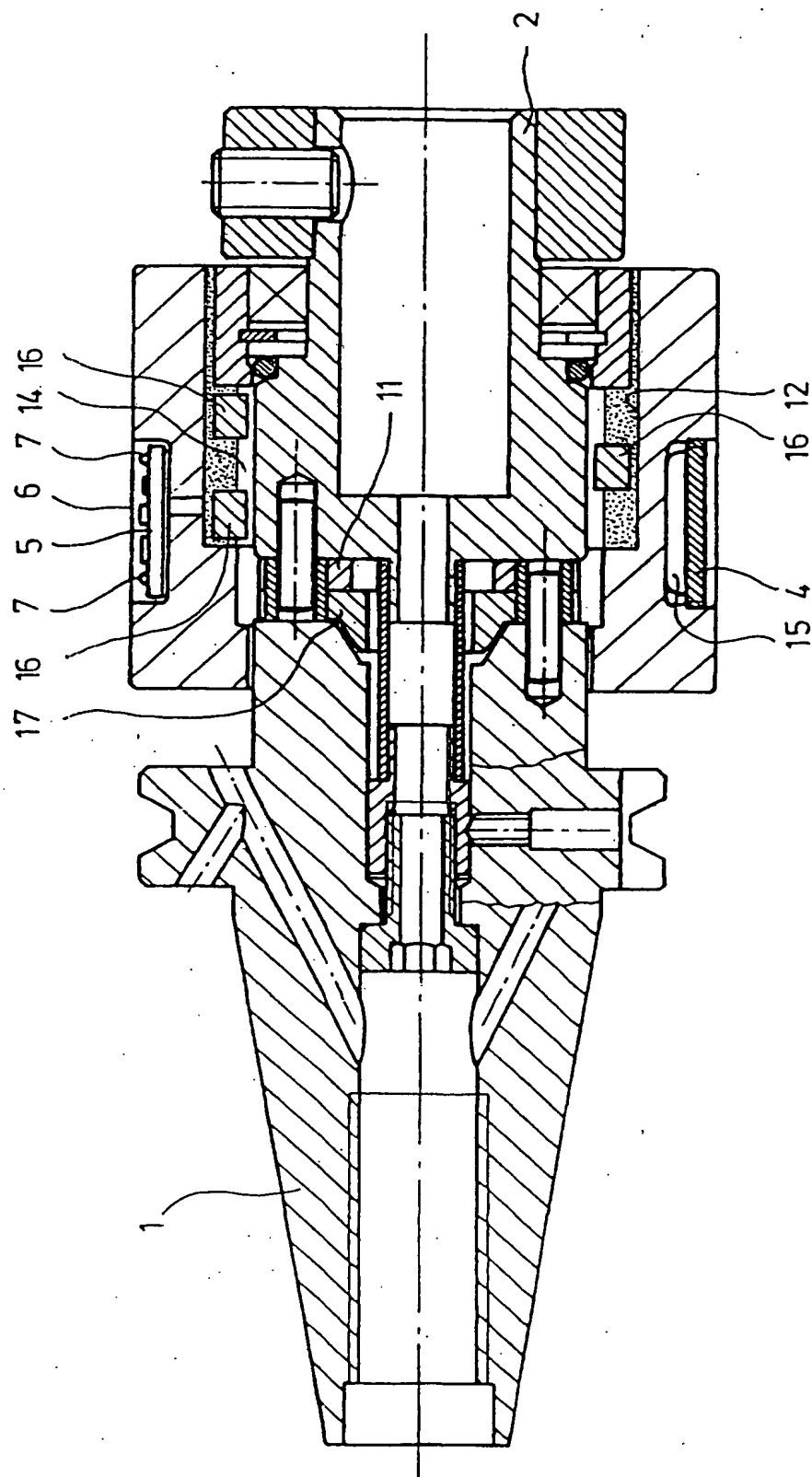


Fig. 3